

конструкторских и технологических работ с применением компьютерного моделирования в программной среде LS-DYNA суперкомпьютера «Скиф» оптимизированы карданные передачи различных типоразмеров, созданы новые материалы и конструкции деталей, обеспечившие снижение виброактивности на 10 – 15 % и уменьшение шума в кабине транспортного средства.

Перспективным представляется применение программной среды LS-DYNA и суперкомпьютера «СКИФ» при моделировании поведения сложных трибологических систем, к которым относится и карданная передача, с учетом строения материалов, технологии изготовления, в частности сборки универсальных шарниров. Это обусловлено тем, что при конструировании карданных передач все чаще применяются нанокпозиционные материалы и технологии, характер изменения физико-механических свойств существенно отличается от применяемых традиционных материалов и моделей.

### **Литература**

1. Проектирование универсальных шарниров и ведущих валов. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.
2. Малоховский, Я.Э. Карданные передачи / Я.Э. Малоховский, Л.А. Лапин, Н.К. Веденеев. – М.: Машгиз, 1962. – 156 с
3. Карданные передачи грузовых автомобилей. Проблемы и решения / С.Н. Иванов [и др.] // Автомобильная промышленность. – М.: 1992. – № 11. – С. 35 – 37.
4. Плескачевский, Ю.М. Актуальные проблемы развития науки о полимерах Ю.М. Плескачевский // Полимерные композиты-98: сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Гомель, 1998. – С. 4 – 19.
5. Витязь, П.А. Перспективные нанокпозиционные материалы на основе ультрадисперсных алмазов / П.А. Витязь // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: сб. науч. трудов. – Новополоцк, 2001. – С. 4 – 8.

**УДК 621.22:538.975**

## **ТЕХНОЛОГИЯ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЕЙ ПОНИЖЕННОЙ ПРОКАЛИВАЕМОСТИ**

**Е. В. Овчинников, Г. А. Костюкович, И. И. Романчук, К. В. Кравченко**  
*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно*  
*ОАО «Белкард», Гродно*

Известно влияние криогенной обработки на физико-механические характеристики углеродистых сталей, в т.ч. сталей пониженной прокаливаемости. В работе [1] исследованы особенности структуры, деформационно-прочностных и триботехнических характеристик конструкционных сталей пониженной прокаливаемости в зависимости от технологических режимов формирования. Установлено, что градиентный характер распределения упрочняющих фаз в радиальном и осевом направлениях, который характеризуется снижением прочности и увеличением вязкости по нормали от поверхности трения, обуславливает синергическое сочетание деформационно-прочностных характеристик, усталостной прочности и стойкости к коррозионно-механическому изнашиванию. Согласно данным работы [2 – 5] криогенное воздействие на инструментальные стали, твердые сплавы, предназначенные для металлообработки увеличивает стойкость режущих частей инструмента. Данный процесс объясняется структурными превращениями, происходящими в изделиях при криогенной обработке и, как следствие, повышение механических характеристик.

Целью исследований является изучение физико-механических характеристик углеродистых сталей, подвергнутых воздействию криогенных жидкостей.

В качестве объекта исследований применяли сталь 60 ПП.

Для придания повышенных физико-механических характеристик стали 60 ПП подвергали специальной технологической обработке, заключающейся в т.ч. воздействию криогенных жидкостей. Типовая технологическая схема модифицирования сталей пониженной прокаливаемости представлена на рис. 1.

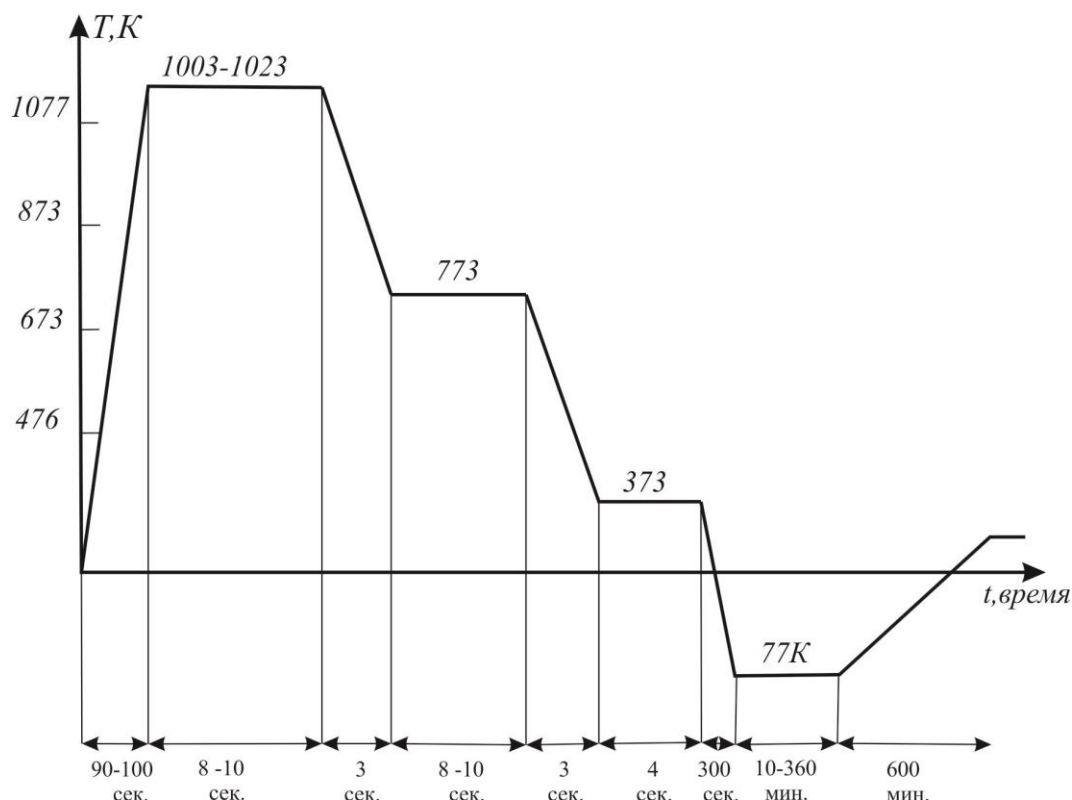


Рис. 1. Технологический цикл, сочетающий термообработку при высоких температурах, так и однократную криогенную обработку для сталей пониженной прокаливаемости (вариант I)

При проведении исследований варьировали как количество циклов обработки в криогенной жидкости, так и время выдержки. Варианты модифицирования исследуемых образцов в криогенной жидкости следующие: I – однократная обработка в течении 20 минут; II – двухкратная обработка по 20 мин; III – трехкратная обработка по 20 мин; IV – четырехкратная обработка по 20 мин; V – однократная обработка в течение 120 мин; VI – двухкратная обработка по 120 мин; VII – трехкратная обработка по 120 мин; VII – трехкратная обработка по 120 мин.

Определение изменение физико-механических характеристик проводили на приборе ТПЦ-4 методом динамического индентирования. Данный метод – один из эффективных способов оценки физико-механических характеристик металлических и полимерных материалов.

Результаты определения твердости углеродистых сталей пониженной прокаливаемости в зависимости от вида технологической обработки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики стали 60 ПП после криогенной обработки  
в зависимости от количества циклов обработки

Номер варианта	Твердость исходного образца, HRC	Твердость после криообработки, HRC
Вариант I	37	42
Вариант II	39	32
Вариант III	38	35
Вариант IV	39	34
Вариант V	40	47
Вариант VI	41	40
Вариант VII	37	33
Вариант VIII	38	38

Из полученных результатов видно, что многократная термическая обработка по-разному влияет на физико-механические характеристики стальных образцов. Данные изменения связаны со структурными превращениями, наблюдаемыми в криогенно-обработанных сталях.

Необходимо отметить, что даже однократная обработка с различным временем выдержки в жидком азоте также существенно изменяет прочностные характеристики углеродистых сталей пониженной прокаливаемости.

### **Литература**

1. Криогенная технология повышения прочностных характеристик сталей пониженной прокаливаемости / Е.В. Овчинников [и др.] // Весн. ГрДУ. Сер. 6. – 2012. – № 3 (137). – С. 49 – 58.
2. Солоненко. В.Г. Повышение работоспособности режущих инструментов / В.Г. Солоненко. – Краснодар: КубГТУ; Ростов н/Д: Северо-Кавказский отдел Академии проблем качества РФ, 1997. – 223 с.
3. Кривонос, Е.А. Криогенная обработка твердосплавных режущих инструментов сплавных режущих инструментов / Е.А. Кривонос, В.Г. Солоненко // Вестн. ДГТУ. – 2007. – № 2(33). – С. 200 – 203.
4. Мисюра, А.А. Аустенитизация поверхностного слоя быстрорежущей стали при шлифовании / А.А. Мисюра, В.М. Ершов // Сб. науч. работ. ДонГТУ. – 2008. – № 27. – С. 213 – 219.

**УДК 621.77.016:62178.061**

## **ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ В ПЛАЗМЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА**

**В. А. Логвин**

*Белорусско-Российский университет, Могилев*